

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **10110818 A**(43) Date of publication of application: **28.04.98**

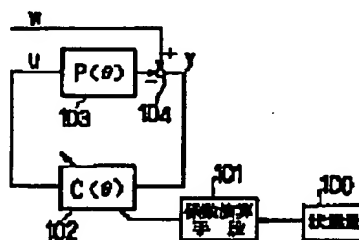
(51) Int. Cl.

F16H 61/14(21) Application number: **08281380**(22) Date of filing: **02.10.98**(71) Applicant: **TOYOTA MOTOR CORP TOYOTA
CENTRAL RES & DEV LAB INC**(72) Inventor: **KONO KATSUMI
YASUDA YUJI
KOBIKI KOJI
ONO HIDEKAZU
HIBINO RYOICHI
OSAWA MASATAKA****(54) SLIP CONTROL DEVICE FOR CLUTCH AND
MANUFACTURE THEREOF**controlled value-deviation calculated by the coefficient
calculating means 101.**(57) Abstract**

COPYRIGHT: (C)1998,JPO

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a device for controlling an object to be controlled, the dynamic characteristics of which is changed in response to the state quantity, into a state where the stability and the responsiveness of the object are kept in good condition.

SOLUTION: The clutch slip control device is provided with a state quantity detecting means 101 for detecting the state quantity related to slip control, a coefficient calculating means 101 for calculating the coefficient continuously changing, depending on the state quantity so as to meet the responsiveness and the stability of a system which feedback-controls the slip state, using a state equation model which uses the state quantity as a parameter to represent input-output dynamic characteristics of an operating quantity command value and the actual slip rotating speed, a controlled quantity deviation calculating means 104 for determining the quantity of deviation of a target slip-rotating speed from the actual slip-rotating speed, and an operating quantity command value calculating means 102 for determining the operating quantity command value based on the coefficient, the state quantity, and



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-110818

(43) 公開日 平成10年(1998) 4月28日

(51) Int.Cl.[°]

F 1 6 H 61/14

識別記号

6 0 1

F I

F 1 6 H 61/14

6 0 1 R

審査請求 未請求 請求項の数 2 F D (全 9 頁)

(21) 出願番号

特願平8-281360

(22) 出願日

平成8年(1996)10月2日

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(71) 出願人 000003609

株式会社豊田中央研究所

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番地の1

(72) 発明者 河野 克己

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74) 代理人 弁理士 渡辺 丈夫

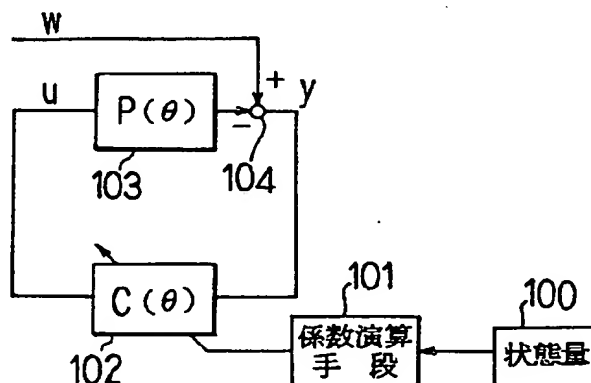
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 クラッチのスリップ制御装置およびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 状態量に応じて動特性が変化する制御対象について、安定性および応答性が共に良好な状態で制御する装置を提供する。

【解決手段】 スリップ制御に関連する状態量を検出する状態量検出手段100と、状態量をパラメータとし、操作量指令値と実際のスリップ回転速度との入出力動特性を表現する状態方程式モデルを用い、スリップ状態をフィードバック制御する系の応答特性および安定性を充足するように設定された状態量に依存して連続的に変化する係数を演算する係数演算手段101と、目標スリップ回転速度と実際のスリップ回転速度との偏差量を求める制御量偏差演算手段104と、前記係数演算手段101で演算された係数、状態量および制御量偏差に基づいて、操作量指令値を求める操作量指令値演算手段102とを備えている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 クラッチの実際のスリップ回転速度を検出するスリップ回転速度検出手段を備え、該実際のスリップ回転速度が目標スリップ回転速度に一致するようなクラッチの操作量指令値を求め、この操作量指令値に応じてスリップ状態を調整するクラッチのスリップ制御装置であって、

スリップ制御に関連する状態量を検出する状態量検出手段と、

前記状態量をパラメータとし、操作量指令値と実際のスリップ回転速度との入出力動特性を表現する状態方程式モデルを用い、前記スリップ状態をフィードバック制御する系の応答特性および安定性を充足するように設定された状態量に依存して連続的に変化する係数を演算する係数演算手段と、

目標スリップ回転速度と実際のスリップ回転速度との偏差量を求める制御量偏差演算手段と、

前記係数演算手段で演算された係数、前記状態量および前記制御量偏差に基づいて、操作量指令値を求める操作量指令値演算手段と、を備えていることを特徴とするクラッチのスリップ制御装置。

【請求項2】 目標スリップ回転速度と実際のスリップ回転速度とが一致するようにクラッチの操作量指令値を出力し、該出力された操作量指令値に応じてスリップ状態を調整するクラッチのスリップ制御装置の製造方法であって、

スリップ制御に関連する状態量、前記実スリップ回転速度および前記操作量指令値とを時系列データとして測定し、前記状態量に関連するパラメータと前記実スリップ回転速度との積および該パラメータと前記操作量指令値との積との関係式と前記時系列データとに基づき、前記状態量に依存して連続的に変化する係数を有する制御対象の状態方程式モデルを同定し、

該制御対象の状態方程式モデルでは考慮できない前記スリップ状態を調整する系の特性変動を、該特性変動をもたらず要因ごとに測定し、該複数の要因による特性変動の全体的特性を第1の重みづけとして近似的に把握し、スリップ状態をフィードバック制御する系が前記特性変動に対して安定であり、かつ前記実スリップ回転速度の前記目標スリップ回転速度への追従特性を確保するための条件として、

前記第1の重みづけ関数と前記目標スリップ回転速度とから実際のスリップ回転速度までの前記状態量に依存して連続的に変化する係数を有する状態方程式モデルとを勘案した量、および前記目標スリップ回転速度から制御量偏差までの前記状態量に依存して連続的に変化する係数を有する状態方程式モデルと応答性を確保するために設けられた第2の重みづけ関数とを勘案した量、および前記目標スリップ回転速度から操作量指令値までの前記状態量に依存して連続的に変化する係数を有する状態方

程式モデルと操作量増大を防ぐために設けた第3の重みづけ関数とを勘案した量を評価し、

該評価に基づいて、前記フィードバック制御する系の操作量指令値を求めるための前記状態量に依存して連続的に変化する係数を決定するクラッチのスリップ制御装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、車両用の自動変速機におけるトルクコンバータに内蔵されているロックアップクラッチのように入力側の要素と出力側の要素とを機械的に直接連結するクラッチをスリップ制御する装置およびその装置の製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】最近では、車両用自動変速機のトルクコンバータにロックアップクラッチを内蔵し、所定の車速以上の低スロットル開度時にこれをスリップ制御することが行われている。すなわち入力側の部材と出力側の部材とに所定の回転数差が生じるようにロックアップクラッチをいわゆる半係合状態とすることにより、エンジンのトルク変動による振動や低周波数のこもり音を遮断する一方、トルクコンバータの滑りを可及的に防止して動力伝達効率を高くし、燃費の向上を図っている。

【0003】このようなロックアップクラッチのスリップ制御は、スロットル開度あるいは車速などの走行状態に応じて目標スリップ回転数を設定し、実際のスリップ回転数が目標値に一致するようにロックアップクラッチの係合油圧をフィードバック制御している。図5はそのスリップ制御系のブロック図であり、制御対象（ロックアップクラッチ）Pは状態量に関連するパラメータで表される特性を有しており、その特性に応じた観測量（スリップ回転速度） y を出力する。この観測量 y と外乱 w との偏差がなくなるようにコントローラ（操作量指令値演算手段）Cが演算を行い、その演算結果である操作量指令値 u を制御対象Pに出力する。

【0004】しかしながら、ここで対象としているロックアップクラッチのスリップ制御系は、スリップ回転速度などの状態量の値、すなわち制御を行おうとする動作領域に応じて動作特性が変化する特徴がある。その一例を図6に示してある。この図6の例は、ロックアップクラッチの係合圧を制御するリアソレノイドバルブのデューティ比を段階的に増大させた場合の例である。

【0005】スリップ回転数の小さい動作領域Iでは、スリップ回転数をその目標回転数に増大させるように制御した場合、応答の遅れのためにスリップ回転数がゆっくり増大する。これに対してスリップ回転数が中程度の動作領域IIでは、目標スリップ回転数に増大させる制御を行った場合、応答の遅れが殆どないものの、制御実行当初にスリップ回転数が目標値より若干大きくなり、不安定傾向を示す。さらにスリップ回転数の大きい動作領

域IIIでは、制御実行当初のスリップ回転数の立ち上がりが大きくなって不安定傾向が顕著になる。

【0006】従来、このスリップ制御系を制御ゲインを固定させた固定コントローラCによって制御する場合、動作特性の変化をプラント変動と見なし、この変動を許容するコントローラをロバスト制御理論に基づいて導出していた。すなわち、先ず各動作領域ごとにモデルの同定を行い、基準となるモデルに対する変動の大きさの周波数特性を調べる。図7はその一例を示しており、図6に示す動作領域Iを基準モデルに採り、動作領域II、IIIの変動の大きさの周波数特性を調べる。なお、図7において Δ はゲイン、 $W1$ はロバスト安定性(相補感度)に関する重みづけ関数である。そして、ロバスト安定性に関する要求を表す重みづけ関数を全ての周波数領域において変動より大きくなるように設定し、この重みづけ関数に基づいた設計をHインフィニティ制御手法によって行っていた。この種の制御装置およびその製造方法が、特開平7-198035号公報に記載されている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら制御ゲインを固定させた固定コントローラにおいては、ロバスト安定性と応答性とは、互いに背反する特性であり、許容すべき変動が大きい場合、すなわちロバスト安定性に関する要求が高い場合には、制御系設計が保守的となり、応答性が劣化する不都合が生じる。図6に示す例について説明すれば、動作領域IIIでの安定性を高くするように設計すると、動作領域Iでの応答性が悪くなる。

【0008】この発明は、上記の事情を背景にしてなされたものであり、ロバスト安定性および応答性に優れたロックアップクラッチのスリップ制御装置およびその製造方法を提供することを目的とするものである。

【0009】

【課題を解決するための手段およびその作用】上記の目的を達成するために、請求項1に記載した発明は、クラッチの実際のスリップ回転速度を検出するスリップ回転速度検出手段を備え、該実際のスリップ回転速度が目標スリップ回転速度に一致するようなクラッチの操作量指令値を求め、この操作量指令値に応じてスリップ状態を調整する制御装置であって、スリップ制御に関連する状態量を検出する状態量検出手段と、前記状態量をパラメータとし、操作量指令値と実際のスリップ回転速度との入出力動特性を表現する状態方程式モデルを用い、前記スリップ状態をフィードバック制御する系の応答特性および安定性を充足するように設定された状態量に依存して連続的に変化する係数を演算する係数演算手段と、目標スリップ回転速度と実際のスリップ回転速度との偏差量を求める制御量偏差演算手段と、前記係数演算手段で演算された係数、前記状態量および前記制御量偏差に基づいて、操作量指令値を求める操作量指令値演算手段とを備えていることを特徴とするものである。

【0010】したがって請求項1の発明によれば、クラッチの制御量指令値は、係数および状態量ならびに制御量偏差に基づいて演算して求められる。ここで係数は、状態量をパラメータとし、かつ操作量指令値と実際のスリップ回転速度との入出力動特性を表現する状態方程式モデルを用いて、クラッチのスリップ状態をフィードバック制御する系の安定性および応答性を充足するように演算され、状態量に応じて連続的に変化するものである。したがって操作量指令値は、状態量に応じて連続的に変化するフィードバック制御系の動特性を含んだ値となる。すなわち該動特性に応じて操作量指令値が変化することになる。その結果、フィードバック制御系が、状態量に応じて動特性を変化させるものであっても、応答性および安定性の良好なクラッチのスリップ制御を行うことができる。

【0011】また請求項2の発明は、目標スリップ回転速度と実際のスリップ回転速度とが一致するようにクラッチの操作量指令値を出力し、該出力された操作量指令値に応じてスリップ状態を調整するスリップ制御装置の製造方法であって、スリップ制御に関連する状態量と前記実スリップ回転速度と前記操作量指令値とを時系列データとして測定し、前記状態量に関連するパラメータと前記実スリップ回転速度との積および該パラメータと前記操作量指令値との積との関係式と前記時系列データとに基づき、前記状態量に依存して連続的に変化する係数を有する制御対象の状態方程式モデルを同定し、該制御対象の状態方程式モデルでは考慮できない前記スリップ状態を調整する系の特性変動を、該特性変動をもたらず要因ごとに測定し、該複数の要因による特性変動の全体的特性を第1の重みづけとして近似的に把握し、スリップ状態をフィードバック制御する系が前記特性変動に対して安定であり、かつ前記実スリップ回転速度の前記目標スリップ回転速度への追従特性を確保するための条件として、前記第1の重みづけ関数と前記目標スリップ回転速度とから実際のスリップ回転速度までの前記状態量に依存して連続的に変化する係数を有する状態方程式モデルとを勘案した量、および前記目標スリップ回転速度から制御量偏差までの前記状態量に依存して連続的に変化する係数を有する状態方程式モデルと応答性を確保するために設けられた第2の重みづけ関数とを勘案した量、および前記目標スリップ回転速度から操作量指令値までの前記状態量に依存して連続的に変化する係数を有する状態方程式モデルと操作量増大を防ぐために設けた第3の重みづけ関数とを勘案した量を評価し、該評価に基づいて、前記フィードバック系の操作量指令値を求めるための前記状態量に依存して連続的に変化する係数を決定する方法である。

【0012】したがって請求項2の発明によれば、制御対象の状態方程式モデルが、状態量に応じて連続的に変化する係数を有したものであるとして設定され、その係数が、

該状態方程式モデルでは考慮できない特性変動の要因や応答性さらには操作量の増大を抑制する要因に配慮して設定される。そのため制御対象の状態方程式モデルを、状態量に応じて特性が変動するものとして設定でき、その結果、応答性および安定性に優れたクラッチのスリップ制御装置を得ることができる。

【0013】

【発明の実施の形態】つぎにこの発明を具体的に説明する。制御対象の動特性が動作領域（状態量）に応じて変動する場合、制御の安定性と応答性を同時に満足するためには、図1に示すように、動作領域に応じてコントローラを切り換えることが有効であると考えられる。その場合、各動作領域においては、動作領域に応じた動特性変化を考慮する必要はなく、設計時に考慮すべき変動を小さくすることができる。その結果、各動作領域内においては応答特性の向上を図ることができる。なお、図1において、符号100は状態量検出手段、符号101は係数演算手段、符号102はその係数に応じて制御ゲインを変化させる操作量指令値演算手段（コントローラ）、符号103は制御対象（クラッチ）、符号104は制御量偏差演算手段をそれぞれ示す。

【0014】しかしながら動特性は出力であるスリップ速度の値（状態量）に応じて連続的に変化するものであり、コントローラを動作領域に応じて不連続的に切り換える場合には、その切り換え境界付近における安定性が損なわれる。また領域ごとに設計された複数の固定コントローラのゲインを補間などの手法によりスリップ速度の値に応じて連続的に変化させる場合には、コントローラのゲインが時間的に変化するることによる影響で固定コントローラの設計の際の設計仕様が満足されず、安定性や応答性の少なくともいずれかが不十分になるおそれがある。

【0015】そこでこの発明では、ゲインスケジュールドHインフィニティ制御手法を採用して制御装置を構成する。このゲインスケジュールドHインフィニティ制御

$$x(k+1) = (\theta_1(k)A_{s1} + \theta_2(k)A_{s2})x(k) + (\theta_1(k)B_{s1} + \theta_2(k)B_{s2})u(k) \quad (2)$$

【0019】

【数3】

$$y(k) = C_s x(k) \quad (3)$$

という離散系の形式で同定する。ただし、(Asi, Bs i, Cs) は可観測標準形式とする。なお、この同定は

$$\begin{aligned} \begin{bmatrix} x_1(k+1) \\ x_2(k+1) \end{bmatrix} &= \left(\theta_1(k) \begin{bmatrix} 0 & -\alpha_{10} \\ 1 & -\alpha_{11} \end{bmatrix} + \theta_2(k) \begin{bmatrix} 0 & -\alpha_{20} \\ 1 & -\alpha_{21} \end{bmatrix} \right) \begin{bmatrix} x_1(k) \\ x_2(k) \end{bmatrix} \\ &+ \left(\theta_1(k) \begin{bmatrix} \beta_{10} \\ \beta_{11} \end{bmatrix} + \theta_2(k) \begin{bmatrix} \beta_{20} \\ \beta_{21} \end{bmatrix} \right) u(k) \end{aligned} \quad (4)$$

手法は、安定性や応答性などの要求仕様を満足させつつ、動作領域に応じてゲインを連続的に切り換えるコントローラを導出する手法である。この手法は、LPVシステムと称される次式によって記述されるようなプラントのみに適用可能であり、ゲインスケジュールドHインフィニティ制御手法を適用する際には制御系設計で用いられる拡大プラントをこの形式で記述する必要がある。

【0016】

【数1】

$$\left. \begin{aligned} \frac{dx}{dt} &= \sum_{i=1}^r \theta_i A_i x + \sum_{i=1}^r \theta_i B_{1i} w + B_2 u \\ z &= \sum_{i=1}^r \theta_i C_i x + \sum_{i=1}^r \theta_i D_{11i} w + D_{12} u \\ y &= C_2 x + D_{21} w \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

ただし、xは拡大プラントの状態量、wは外乱、uは操作量、yは観測量である。また θ_i は時変パラメータであり、

$$\theta_1 + \theta_2 + \dots + \theta_r = 1$$

という制約条件が常に課せられている。

【0017】そこでこの発明にかかるスリップ制御装置の製造方法では、制御対象の特性変化に影響する状態量と実スリップ回転速度および操作量指令値との時系列データから状態量に依存する係数を有する状態方程式モデルを同定し、同定されたモデルに安定性と応答性との制御仕様を満足させるための重みを負荷することにより、(1)式の形式に拡大プラントを設定する。具体的には、以下のとおりである。

〈ステップ1〉(1)式において $r=2$ とし、 $\theta_1, \theta_2 = 1 - \theta_1$ を制御対象の特性変化に影響を与える状態量の関数として与え、プラントを

【0018】

【数2】

任意の次数で行うことができるが、ここでは、次数を2として同定手法の詳細な説明を行う。2次の場合、(2)、(3)式は、以下のように記述することができる。

【0020】

【数4】

【0021】

【数5】

$$y(k) = x_2(k) \quad (5)$$

ここで、(5)式を(4)式に代入すると、

【数6】

【0022】

$$x_1(k+1) = -(\theta_1(k)\alpha_{10} + \theta_2(k)\alpha_{20})y(k) + (\theta_1(k)\beta_{10} + \theta_2(k)\beta_{20})u(k) \quad (6)$$

【0023】

【数7】

$$y(k+1) = x_1(k) - (\theta_1(k)\alpha_{11} + \theta_2(k)\alpha_{21})y(k) + (\theta_1(k)\beta_{11} + \theta_2(k)\beta_{21})u(k) \quad (7)$$

となり、さらに(6)式を1ステップシフトして(7)

【0024】

式に代入すると

【数8】

$$y(k+1) = -(\theta_1(k-1)\alpha_{10} + \theta_2(k-1)\alpha_{20})y(k-1) + (\theta_1(k-1)\beta_{10} + \theta_2(k-1)\beta_{20})u(k-1) - (\theta_1(k)\alpha_{11} + \theta_2(k)\alpha_{21})y(k) + (\theta_1(k)\beta_{11} + \theta_2(k)\beta_{21})u(k) \quad (8)$$

となる。結局、(8)式を1ステップシフトして整理すると、

【0025】

【数9】

$$y(k) + (\theta_1(k-1)\alpha_{11} + \theta_2(k-1)\alpha_{21})y(k-1) + (\theta_1(k-2)\alpha_{10} + \theta_2(k-2)\alpha_{20})y(k-2) = (\theta_1(k-1)\beta_{11} + \theta_2(k-1)\beta_{21})u(k-1) + (\theta_1(k-2)\beta_{10} + \theta_2(k-2)\beta_{20})u(k-2) \quad (9)$$

となる。ここで

【数10】

【0026】

$$y_{\theta 1}(k) = \theta_1(k)y(k), \quad y_{\theta 2}(k) = \theta_2(k)y(k) \\ u_{\theta 1}(k) = \theta_1(k)u(k), \quad u_{\theta 2}(k) = \theta_2(k)u(k) \quad (10)$$

という変換を施すと、(9)式は、

【数11】

【0027】

$$y_{\theta 1}(k) + y_{\theta 2}(k) + \alpha_{11}y_{\theta 1}(k-1) + \alpha_{21}y_{\theta 2}(k-1) + \alpha_{10}y_{\theta 1}(k-2) + \alpha_{20}y_{\theta 2}(k-2) = \beta_{11}u_{\theta 1}(k-1) + \beta_{21}u_{\theta 2}(k-1) + \beta_{10}u_{\theta 1}(k-2) + \beta_{20}u_{\theta 2}(k-2) \quad (11)$$

と記述できる。結局、実験結果の入出力時系列データを用い、(11)式が成立するように α_{ij} 、 β_{ij} を最小自乗法などで求めることにより、(2)、(3)式のプラントを同定することができる。

〈ステップ2〉離散システムとして同定されたプラントについての(2)、(3)式を連続システム

【0028】

【数12】

$$\frac{dx}{dt} = (\theta_1 A_1 + \theta_2 A_2)x + (\theta_1 B_1 + \theta_2 B_2)u \quad (12)$$

【0029】

【数13】

$$y = Cx \quad (13)$$

に変換し、次のような拡大プラントを設定する。

【数14】

【0030】

$$\frac{dx_a}{dt} = \begin{bmatrix} -\varepsilon & 0 & 0 \\ \theta_1 B_1 + \theta_2 B_2 & \theta_1 A_1 + \theta_2 A_2 & 0 \\ 0 & B_w C & A_w \end{bmatrix} x_a + \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} u_a \quad (14)$$

【0031】

【数15】

$$z_a = \begin{bmatrix} 0 - \gamma C & 0 \\ 0 & D_w C & C_w \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} x_a + \begin{bmatrix} \gamma \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} w_a + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ d \end{bmatrix} u_a \quad (15)$$

【0032】

【数16】

$$y_a = (0 - C 0) x_a + w_a \quad (16)$$

ただし、

A_w, B_w, C_w, D_w : 相補感度に関する重みづけ
(第1の重みづけ関数)

γ : 感度に関する定数重み(第2の重みづけ関数)

d : 操作量に関する定数重み(第3の重みづけ関数)

ε : 低周波数領域における目標値追従を図るための1次
フィルタの折れ点周波数である。この拡大プラントのブ
ロック線図を図2に示してある。なお、図2において符

号105はフィルタを示す。

【0033】以上の手法により(1)式の形式の拡大プ
ラントが設定されるため、ゲインスケジュールドHイン
フィニティ制御の手法により、以下の形式のコントロー
ラが導出される。

【0034】

【数17】

$$\frac{dx_c}{dt} = (\theta_1 A_{c1} + \theta_2 A_{c2}) x_c + (\theta_1 B_{c1} + \theta_2 B_{c2}) y_a \quad (17)$$

【0035】

【数18】

$$u_a = (\theta_1 C_{c1} + \theta_2 C_{c2}) x_c + (\theta_1 D_{c1} + \theta_2 D_{c2}) y_a \quad (18)$$

このコントローラは、低周波数領域における目標値追従
を図るための1次フィルタと直列に結合した後で離散時
間システムに変換され、デジタルコンピュータによって
実現される。

【0036】車両のトルクコンバータに内蔵されたロッ
クアップクラッチのスリップ制御を行う制御装置を上記
の手法によって構成した例を図3に示してある。図3に
おいて、符号1は車両用自動変速機におけるトルクコン
バータを示し、エンジン(図示せず)に連結されたフロ
ントカバー2と一体のポンプインペラ3に対向してター
ビンランナ4が配置されている。このタービンランナ4
は自動変速機の入力軸5に連結され、またこの入力軸5
にはロックアップクラッチ6が連結されている。このロ
ックアップクラッチ6はフロントカバー2の内面に対向
して配置され、油圧によってフロントカバー2の内面に
接触・離隔するように構成されている。さらにポンプイ
ンペラ3とタービンランナ4の間には、一方向クラッ
チ7を介して所定の固定部に連結したステータ8が配置
されている。

【0037】前記ロックアップクラッチ6を挟んでフロ

ントカバー側の油室が解放側油室9とされ、ロックアッ
プクラッチ6を挟んで解放側油室9とは反対側の油室が
係合側油室10とされている。そして解放側油室9から
油圧を供給するとともに係合側油室10から排圧するこ
とにより、ロックアップクラッチ6がフロントカバー2
の内面から離れて解放状態となり、また反対方向に油圧
を供給・排出することによりロックアップクラッチ6が
フロントカバー2の内面に押し付けられて係合状態とな
る。さらにこの解放側油室9と係合側油室10との間の
油圧の圧力差を適宜に制御することによりロックアッ
プクラッチ6がフロントカバー2に対して滑り状態で接触
させられ、いわゆるスリップ制御するように構成されて
いる。

【0038】図1において符号11はリニアソレノイド
バルブを示しており、このリニアソレノイドバルブ11
は、ライン圧を調圧して得られたモジュレータ圧 P_{modu}
を、電子制御装置12から入力されるデューティ比に
応じて調圧し、その調圧された信号圧 P_{lin} をロックアッ
プコントロールバルブ13に出力するように構成されてい
る。ロックアップコントロールバルブ13はセカンダリ

レギュレータバルブ（図示せず）で調圧された油圧を元圧とし、これを調圧してロックアップリレーバルブ14に出力する調圧バルブであり、前記信号圧P_{lin}はスプールを挟んでスプリング15とは反対側に入力されている。また、この信号圧P_{lin}と同じ端部側に前記解放側油室9の油圧P_{off}が加えられ、また反対にスプリング15と同じ側に係合側油室10の油圧P_{on}が加えられている。すなわちこれらの油圧P_{lin}、P_{off}、P_{on}ならびにスプリング15の弾性力によって調圧レベルを適宜に設定し、その調圧レベルに応じた油圧を出力するように構成されている。

【0039】さらにロックアップリレーバルブ14は、ソレノイドバルブ16によって選択的に供給されるライン圧P_Lを、スプールを挟んでスプリング17とは反対側の端部に作用させることにより切換動作するバルブであって、セカンダリーレギュレータバルブで調圧されたレギュレータ圧P_{Cl}の供給される第1ポート18と、ロックアップコントロールバルブ13から出力された油圧の供給される第2ポート19と、解放側油室9に接続された第3ポート20と、係合側油室10に接続された第4ポート21とを備えている。

【0040】このロックアップリレーバルブ14の図1に示す状態は、ソレノイドバルブ16をOFF制御している状態であって、第1ポート18が第3ポート20に連通してレギュレータ圧P_{Cl}を解放側油室9に供給し、また第2ポート19が閉じられると共に第4ポート21がドレインポート22に連通して係合側油室10から排圧されている。したがって解放側油室9に油圧を供給して係合側油室21から排圧しているため、ロックアップクラッチ6はフロントカバー2の内面から離されて解放状態となる。

【0041】これとは反対にソレノイドバルブ16をON制御すると、ロックアップリレーバルブ14にはスプリング17に対向する方向に油圧が加えられてスプールが移動するので、第1ポート18が第4ポート21に連通するとともに第2ポート19が第3ポート20に連通する。したがって係合側油室10にレギュレータ圧P_{Cl}が供給されるとともに解放側油室9にロックアップコントロールバルブ13で調圧された油圧が供給される。そのためロックアップコントロールバルブ13の調圧レベルを低くして解放側油室9の油圧を下げれば、ロックアップクラッチ6がフロントカバー2の内面に押し付けられて係合状態となる。これに対してロックアップコントロールバルブ13の調圧レベルを高くすれば解放側油室9の油圧が高くなるので、ロックアップクラッチ6をフロントカバー2の内面に押し付ける荷重が小さくなり、その結果、ロックアップクラッチ6はスリップ制御される。

【0042】上記のロックアップクラッチ6のスリップ制御は、エンジン回転数やスロットル開度あるいは車速

などで決まる走行状態に基づいて目標スリップ量を定めるとともに、実際のスリップ量がその目標スリップ量となるようにフィードバック制御することにより行われる。具体的には、前記リニアソレノイドバルブ11のデューティ比を目標スリップ量を設定するフィードフォワード値と実際のスリップ量を目標スリップ量に一致させるためのフィードバック値とに基づいて決定することにより実行される。

【0043】前述したようにして設計されたこの発明にかかるスリップ制御装置の効果の一例を図4に示してある。ここでは、スリップ制御に関連する状態量としてスリップ回転速度を設定している。図4は、目標スリップ回転速度を50rpmから250rpmまでの範囲で、50rpmごとにステップ的に変化させたときの実際のスリップ回転速度を示したものであり、一点鎖線が目標スリップ回転速度を示し、また実線が実際のスリップ回転速度を示し、さらに破線が従来の手法で固定コントローラとして設計した制御装置によるスリップ回転速度を示している。

【0044】従来例では、共振周波数付近で振動特性を有する高スリップ回転速度領域において、振動特性を十分減衰させるようにスリップ制御装置の係数が設定されている結果、振動特性のない低スリップ回転速度領域において十分な応答特性が得られていない。図4に即して説明すれば、高スリップ回転速度領域では、破線が一点鎖線に接近しているが、低スリップ回転速度領域では、破線が一点鎖線から離れている。

【0045】これに対してスリップ回転速度をスリップ制御に関連する状態量として設定している本発明例では、動作領域に応じて、すなわちスリップ回転数に応じて連続的に制御装置の係数が変化し、高スリップ回転速度領域では十分な応答特性が得られるように動作し、全領域において十分な安定性および応答性が確保されている。図4に即して説明すれば、全領域において実線が一点鎖線に接近している。

【0046】なお、上述した説明では、状態量をスリップ回転速度（クラッチの入力側の部材と出力側の部材との回転速度の差）としたが、この発明における状態量は、スリップ制御に関連するものを採用できるのであり、湿式クラッチの作動油の温度、クラッチに動力を入力するエンジンの負荷、トルクコンバータに内蔵したロックアップクラッチであればそのトルクコンバータのタービン回転数（入力回転数）、作動油の劣化の度合い、クラッチのフェーシング材の劣化の度合いなどの一つもしくは複数を、スリップ制御に関連する状態量とすることができる。

【0047】またこの発明は、ロックアップクラッチのスリップ制御に限定されず、任意のクラッチのスリップ制御に適用することができる。したがってスリップ制御のための具体的な装置の構成は、図3に示したものに限

定されない。

【0048】

【発明の効果】以上説明したように請求項1の発明の制御装置によれば、スリップ回転速度などの動作状態の変化に応じて制御装置の係数が連続的に変化するので、状態量の変化過程での安定性および応答性を、様々な動作状態（状態量）において良好に維持することができる。また請求項2の発明によれば、そのような優れた特性のコントローラを製造することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の制御装置の基本概念を示すブロック線図である。

【図2】この発明による拡大プラントを示すブロック線図である。

【図3】この発明にかかる制御装置をトルクコンバータのロックアップクラッチのスリップ制御装置として具体化して例を示す構成図である。

【図4】本発明例と従来例との安定性および応答性を比較して示す線図である。

【図5】フィードバック制御を行う従来の固定コントローラのブロック線図である。

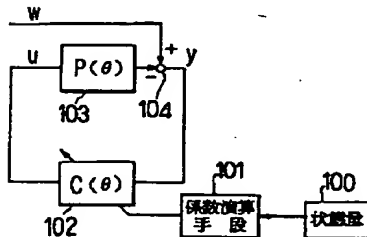
【図6】従来の固定コントローラによる動作領域ごとの安定性および応答性を測定した結果を示す線図である。

【図7】周波数ごとに制御ゲインを変化させる場合の周波数と制御ゲインとの関係を示す図である。

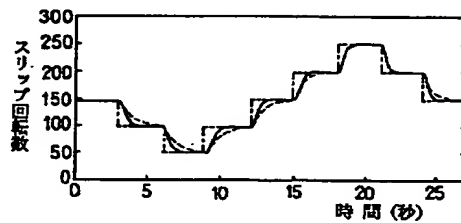
【符号の説明】

- 6 ロックアップクラッチ
- 11 リニアソレノイドバルブ
- 12 電子制御装置
- 100 状態量検出手段
- 101 係数演算手段
- 102 装置量指令値演算手段（コントローラ）
- 103 制御対象（クラッチ）
- 104 制御量偏差演算手段

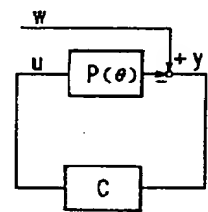
【図1】



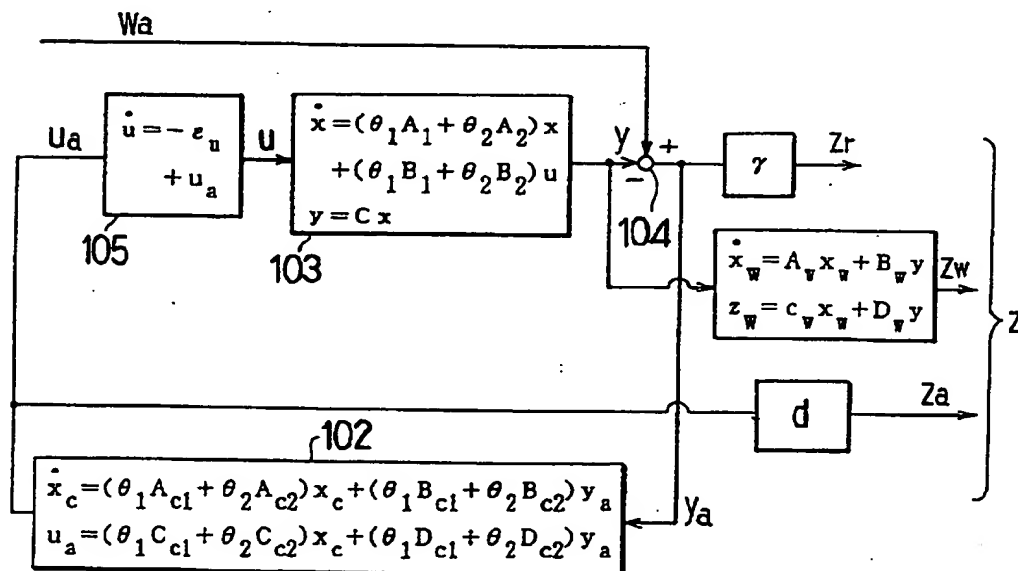
【図4】



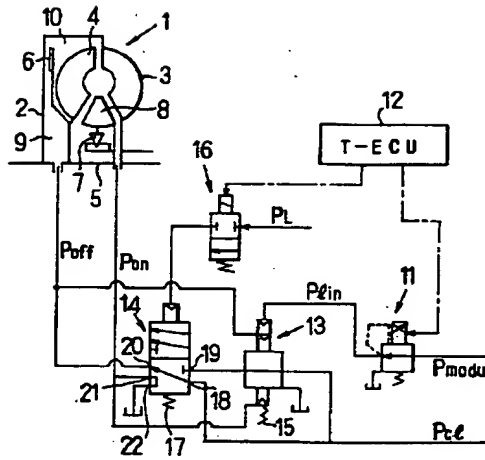
【図5】



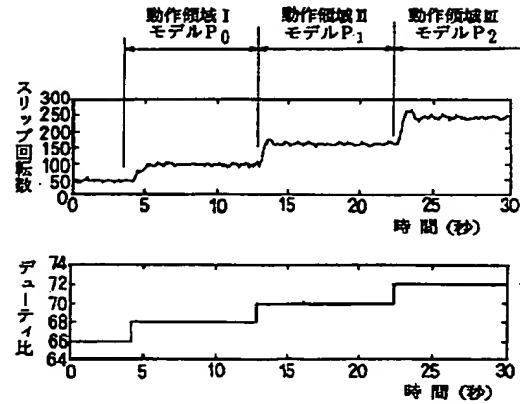
【図2】



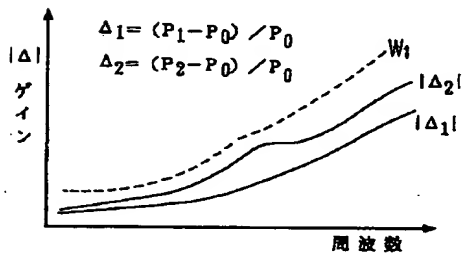
【図3】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 安田 勇治
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
(72)発明者 木挽 康志
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 小野 英一
愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番地の1 株式会社豊田中央研究所内
(72)発明者 日比野 良一
愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番地の1 株式会社豊田中央研究所内
(72)発明者 大澤 正敬
愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番地の1 株式会社豊田中央研究所内